

## Applications directes

### Caractériser une onde sonore progressive périodique

(§ 1 du cours)

#### 1. Utiliser la relation entre fréquence, célérité et longueur d'onde

1. La vitesse de propagation d'une onde sonore dans l'eau est égale à  $1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ; sa longueur d'onde vaut  $30 \text{ cm}$ . Quelle est la fréquence de l'onde?
2. Cette onde change de milieu et passe dans l'air.
  - a. La fréquence de l'onde est-elle modifiée?
  - b. Déterminer la longueur d'onde sachant que la célérité d'un son dans l'air est de  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

#### 3. Connaître les caractéristiques d'une onde sinusoïdale

Une onde sonore sinusoïdale se propage dans l'air à la vitesse de  $343 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Sa longueur d'onde est égale à  $78 \text{ cm}$ .

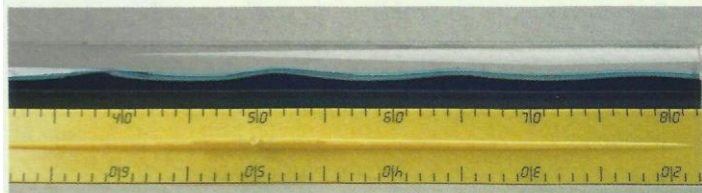
1.
  - a. Quelle est la nature de cette onde?
  - b. Pour représenter cette onde à un instant donné, quelles grandeurs porte-t-on en abscisse et en ordonnée?
  - c. Faire apparaître la longueur d'onde sur un tel graphique.
2.
  - a. Calculer la fréquence de l'onde.
  - b. Pourquoi cette onde peut-elle être audible?
3. Une telle onde possède une double périodicité. Préciser.

### Caractériser une onde mécanique progressive périodique

(§ 2 du cours)

#### 5. Étudier des ondes à la surface d'un liquide

Dans un tube transparent, on crée des perturbations périodiques de fréquence  $3,0 \text{ hertz}$  à la surface de l'eau.



1. Définir la longueur d'onde pour ce phénomène périodique.
2. Mesurer cette longueur d'onde.
3. Quelle est la célérité de cette onde périodique à la surface du liquide?

#### 6. Exploiter les caractéristiques de la houle

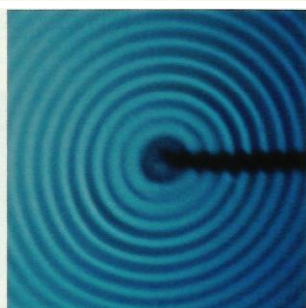
Une houle de hauteur  $11 \text{ m}$  a une période de  $17,7 \text{ s}$ . La distance entre deux crêtes consécutives est égale à  $490 \text{ m}$ . La hauteur est la dénivellation entre une crête et un creux.

1. Sur un schéma, représenter la hauteur d'une vague, ainsi que son amplitude. En déduire la valeur de cette dernière.
2. Définir la longueur d'onde; la déterminer.
3. Calculer la vitesse de propagation de cette houle.

#### 7. Exploiter une photographie

Le document présenté ci-après est le résultat d'une expérience réalisée sur une cuve à ondes. La fréquence du vibreur a été fixée à  $30 \text{ Hz}$ . L'échelle est  $1/3$ .

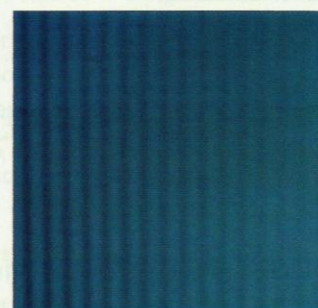
1. Schématiser la surface de l'eau en coupe, à l'instant  $t$ .
2. Quelle est la nature de l'onde?
3. Déterminer la longueur d'onde et la célérité de l'onde.
4. Comment représenter la surface de l'eau, vue de dessus, aux instants  $t + T$ ,  $t + 2T$ ,  $T$  étant la période temporelle de l'onde? Justifier.



#### 8. Connaître la double périodicité

Une onde progressive se propage à la surface de l'eau (voir ci-contre).

1. Caractériser cette onde.
2.
  - a. Quelle grandeur caractérise la périodicité temporelle?
  - b. Comment peut-on la mesurer? Décrire un protocole expérimental.
3.
  - a. Quelle grandeur caractérise la périodicité spatiale?
  - b. Comment peut-on la mesurer?
4. Quelles sont les grandeurs liées aux caractéristiques du milieu de propagation?



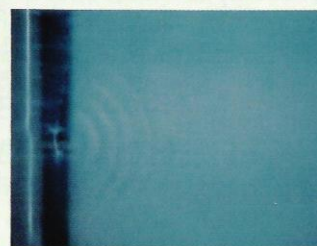
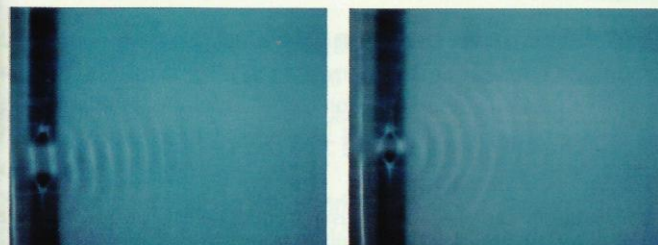
### Analyser le phénomène de diffraction

(§ 3 du cours)

#### 9. Connaître le phénomène de diffraction

Sur la cuve à ondes, on a interposé successivement des obstacles formant des ouvertures de largeurs  $a$  différentes.

On a obtenu les clichés suivants :



1. Quel est le sens de propagation des ondes à la surface de l'eau?
2. Comment se nomme le phénomène observé?
3. Quelle est l'influence de la largeur de l'ouverture sur le phénomène observé?

### Reconnaître le phénomène de dispersion

(§ 4 du cours)

#### 10. Connaître le phénomène de dispersion

Avec la même cuve à ondes, pour deux fréquences différentes, on a obtenu les photos ci-dessous.



(a)  $15 \text{ Hz}$

(b)  $30 \text{ Hz}$

La longueur du repère noir est  $\ell = 10 \text{ cm}$ .

1. Déterminer la longueur d'onde dans chaque cas.
2. Calculer, dans chaque cas, la valeur de la célérité des ondes à la surface de l'eau.
3. Conclure.

## Utilisation des acquis

### 12. Stroboscopie

(voir l'exercice résolu 2)

Un vibreur, de fréquence 60 Hz, émet des ondes circulaires à la surface de l'eau d'une cuve à ondes. On provoque l'immobilité apparente du phénomène avec un stroboscope.

1. Quelles sont les fréquences possibles des éclairs?
2. On choisit la plus grande des fréquences trouvées et on profite de l'immobilisation apparente pour faire une mesure approchée de la distance qui sépare la deuxième crête de la douzième. On trouve 5,0 cm.
  - a. Quelle est la longueur d'onde?
  - b. Quelle est la célérité de l'onde progressive à la surface de l'eau?
3. Dans quelle condition les ondes émises par un vibreur à la surface de l'eau ne seraient-elles plus circulaires? Proposer une expérience où les ondes ne seraient plus circulaires.

### 13. Propagation d'ondes circulaires à la surface de l'eau

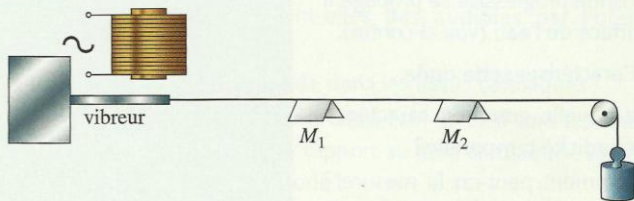
Un vibreur crée, en un point S, une onde progressive périodique à la surface de l'eau d'une cuve à ondes. Sa fréquence est  $\nu = 12$  Hz. On obtient à la surface des rides circulaires concentriques.

La distance entre deux rides consécutives est  $d = 12$  cm.

1. Quelles sont les valeurs de la longueur d'onde et de la célérité de l'onde?
2. On place, à la surface de l'eau, trois flotteurs A, B et C situés respectivement à 24 cm, 30 cm et 42 cm du vibreur.
  - a. Comparer les mouvements des flotteurs avec le mouvement du point S.
  - b. Comparer les mouvements des trois flotteurs entre eux.

### 14. Propagation d'une onde sur une corde

Une corde est disposée comme l'indique le schéma ci-dessous (expérience de MELDE).



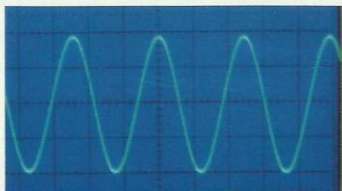
Le vibreur a une fréquence de 100 Hz. La corde, de longueur 80 cm et de masse 1 g, est tendue par un poids de 1,2 N. Deux cavaliers  $M_1$  et  $M_2$  sont disposés sur cette corde à des distances  $x_1$  et  $x_2$  du vibreur.

1. Déterminer la célérité  $v$  de l'onde le long de la corde.
2. En déduire la longueur d'onde.
3. Quelles conditions doivent remplir les distances  $x_1$  et  $x_2$  pour que  $M_1$  et  $M_2$  vibrent en phase? **SOS**
4. Quelles conditions doivent remplir les distances  $x_1$  et  $x_2$  pour que  $M_1$  et  $M_2$  vibrent en opposition de phase? **SOS**

**Donnée :** expression de la célérité  $v$  des ondes transversales se propageant sur une corde :  $v = \left(\frac{F}{\mu}\right)^{1/2}$ , avec  $F$  la tension de la corde (en N) et  $\mu$  la masse linéique (en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$ ).

### 16. Déterminer les caractéristiques d'une onde sonore

Un son, émis par un haut-parleur, est analysé à l'aide d'un microphone relié à un oscilloscope. La durée de balayage est fixée sur 1 ms/DIV. On observe la figure ci-contre.



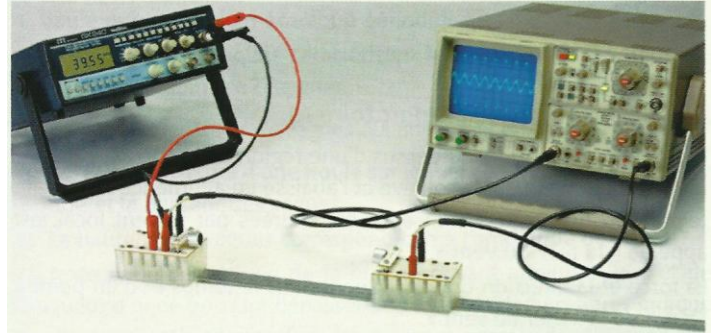
**Données :** La température de la salle d'expérience est égale à 19 °C. La vitesse de l'onde sonore est donnée par la relation :

$v = \left(\gamma \cdot \frac{R \cdot T}{M}\right)^{1/2}$  avec  $\gamma = 1,4$ ;  $R = 8,32$  SI,  $T$  température absolue (en kelvin), la masse molaire de l'air  $M = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

1. Calculer la vitesse de l'onde sonore.
2. L'oscillogramme met-il en évidence la périodicité spatiale ou la périodicité temporelle de l'onde?
3. Calculer la période et la fréquence de cette onde.
4. Calculer la longueur d'onde.

### 17. Mesurer la vitesse d'une onde ultrasonore

On réalise l'expérience ci-dessous avec des ondes ultrasonores. L'émetteur E et le récepteur R sont branchés aux deux voies d'un oscilloscope.



La fréquence de l'émetteur est égale à 41,7 kHz. En déplaçant E par rapport à R le long de la règle graduée, on repère 11 points équidistants correspondant à des sinusoides en phase sur l'écran de l'oscilloscope. La distance entre le premier et le dernier point est de 83 mm.

1. Schématiser le dispositif expérimental.
2. Déterminer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore.
3. a. En déduire sa vitesse de propagation.  
b. Cette vitesse diffère-t-elle de celle des ondes sonores audibles?

### 18. Diffraction d'ondes ultrasonores

On dirige, sur une fente, une onde ultrasonore de fréquence 24 kHz.

1. Quel est l'ordre de grandeur de la vitesse de propagation de cette onde dans l'air?
2. Calculer l'ordre de grandeur de la largeur de la fente qui permettrait de mettre en évidence le phénomène de diffraction.
3. Sur cette même fente, on dirige une onde ultrasonore de fréquence 2 MHz. Le phénomène de diffraction est-il mis en évidence? Justifier.

### 19. Des rides qui changent de forme

Le document ci-contre représente des ondes se propageant à la surface de l'eau. Avant l'obstacle qui est percé d'une petite ouverture, les ondes forment des rides parallèles.



1. Préciser la nature des ondes avant et après l'obstacle.
2. Quel phénomène met-on en évidence?
3. La longueur d'onde est-elle la même avant et après l'obstacle?
4. L'échelle de la photographie est de 1/4. La fréquence du vibreur à l'origine de ces ondes vaut 20 Hz. En déduire :
  - a. la longueur d'onde;
  - b. la vitesse de propagation de ces ondes.